

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-231645
(43)Date of publication of application : 20.08.1992

(51)Int.CI. F02D 41/34
F02D 1/02
F02D 41/04
F02D 45/00

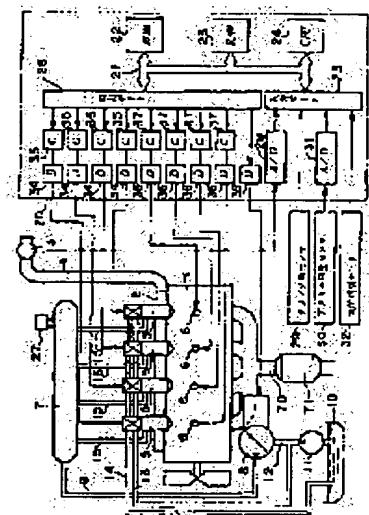
(21)Application number : 02-415299 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
(22)Date of filing : 27.12.1990 (72)Inventor : HIROTA SHINYA

(54) FUEL INJECTION CONTROL APPARATUS FOR CYLINDER DIRECT INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase NOx purification rate of a lean NOx catalyst in a wide engine-operation region by setting a sub-injection timing during a period from the intake stroke to the compression stroke beginning stage in a low temperature region and during a period from the combustion stroke latter half stage to the exhaust stroke beginning stage in a high temperature region.

CONSTITUTION: In a cylinder direct-injection type internal combustion engine 1, an exhaust system 70 is provided with a lean NOx catalyst 71 and each cylinder is provided with a fuel injection valve 5. An electronic control unit sets the main injection timing from fuel injection valves 5 within a period from the intake stroke to the compression stroke, in accordance with an engine condition. Further, a sub-injection system is provided in addition to the main injection system, and the sub-injection timing is set in a low temperature region during a period from the intake stroke to a beginning stage of the compression stroke and in a high temperature region during a period from a latter half of the combustion stroke to a beginning stage of the exhaust stroke. With this constitution, the NOx purification rate of the lean NOx catalyst 71 is enhanced in a wide engine-operation region without providing any HC supply device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-231645

(43)公開日 平成4年(1992)8月20日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 02 D 41/34		F 9039-3G		
1/02	3 0 1	L 8820-3G		
41/04	3 3 5	Z 9039-3G		
45/00	3 1 4	R 8109-3G		

審査請求 未請求 請求項の数1(全9頁)

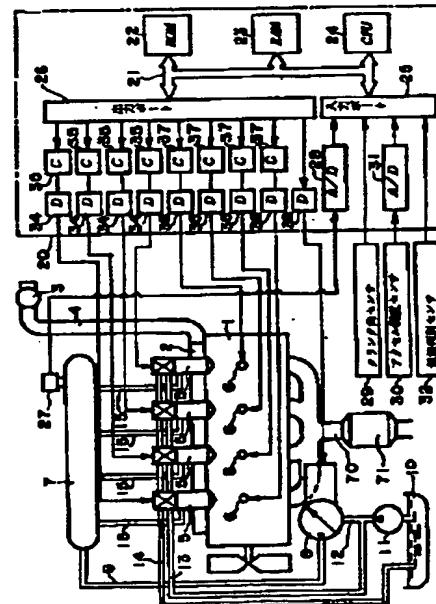
(21)出願番号	特願平2-415299	(71)出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	平成2年(1990)12月27日	(72)発明者	広田 信也 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74)代理人	弁理士 田渕 経雄

(54)【発明の名称】 筒内直接噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置

(57)【要約】

【目的】 HC供給装置を設けずに燃料噴射タイミングの制御により最適な質のHCをリーンNO_x触媒に供給することを目的とする。

【構成】 主噴射と別に副噴射を設け、副噴射の噴射タイミングを、排気温度が低いときには吸気行程から圧縮行程初期の期間内に設け、排気温度が高いときには燃焼期間の後半から排気行程の初期にかけての期間内に設定した筒内直噴式内燃機関の燃料噴射制御装置。これにより、低温時にはHCの低沸点成分が多く生じ高温になるに従い高沸点成分が多くなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 リーンNO_x触媒を排気系に備えるとともに燃料噴射弁を各気筒に備えた筒内直接噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置であって、機関状態、リーンNO_x触媒の触媒床温を検出する手段と、燃料噴射弁よりの主噴射のタイミングを吸気行程から圧縮行程にかけての期間内に設定する第1の噴射タイミング設定手段と、触媒床温に基づき燃料噴射弁よりの副噴射のタイミングを触媒床温が低いときには吸気行程から圧縮行程初期にかけての期間内に設定し高いときには燃焼行程の後半から排気行程の初期にかけての期間内に設定する第2の噴射タイミング設定手段と、機関状態が第1および第2の噴射タイミング設定手段によって設定されたタイミングであるときに燃料噴射弁を駆動し燃料噴射を実行する燃料噴射実行手段と、を備えたことを特徴とする筒内直接噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、筒内直接噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置に関し、とくに排気系にリーンNO_x触媒（遷移金属または貴金属を担持せしめたゼオライトから成り、酸化雰囲気中、HC存在下でNO_xを還元する触媒）を備えた筒内直接噴射式内燃機関において、リーンNO_x触媒のNO_x浄化率を広い機関運転範囲にわたって高くする燃料噴射制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 リーンNO_x触媒を自動車用内燃機関の排気系に設けてNO_xを還元することは知られている（たとえば、特開平1-130735号公報、特開平1-135541号公報）。リーンNO_x触媒は、NO_xを還元するのにHC（炭化水素）を必要とするが、機関の運転状態によっては排気中のHCが不足するので、排気系にHCを注入するため、HCポンベ等のHC源を搭載してHCを排気系に注入する等の対策が考えられていた（特開昭63-283727号公報）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来対策では、HCを供給するために特別なHC源や供給装置を必要とし、装置が複雑になるという問題があった。しかも、排気温度に応じてNO_x浄化に有効なHCの種類が変わるために、一律にHCを供給しても、広い機関運転領域において高いNO_x浄化率を得ることはできないという問題があった。

【0004】 本発明は、上記の問題を解決するために、HC供給装置を設けずに、広い機関運転領域においてリーンNO_x触媒のNO_x浄化率を向上することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明に係る筒内直接噴射式内燃機関の燃料噴射制

御装置は、次の手段を備えている。筒内直接噴射式内燃機関およびその排気系に設けられたリーンNO_x触媒、機関状態、リーンNO_x触媒の触媒床温を検出する手段、触媒床温に基づき燃料噴射弁よりの主噴射のタイミングを吸気行程から圧縮行程にかけての期間内に設定する第1の噴射タイミング設定手段、触媒床温に基づき燃料噴射弁よりの副噴射のタイミングを触媒床温が低いときには吸気行程から圧縮行程初期にかけての期間内に設定し高いときには燃焼期間の後半から排気行程の初期にかけての期間内に設定する第2の噴射タイミング設定手段、および機関状態が第1および第2の噴射タイミング設定手段によって設定されたタイミングであるときに燃料噴射弁を駆動し燃料噴射を実行する燃料噴射実行手段。

【0006】

【作用】 上記本発明の装置では、主噴射はトルクを発生するための噴射であり、副噴射は主にリーンNO_x触媒の還元剤であるHCを生ぜしめるための噴射である。触媒床温が低いときには吸気行程から圧縮行程初期にかけての期間内に副噴射されるので、副噴射の燃料は、燃焼室にリーンに拡がって一部燃え残り、圧縮、燃焼、排気の行程を経て十分な時間をかけて熱分解および部分酸化され、低沸点成分のHCを多量に生成して、触媒床温が低いに拘らずリーンNO_x触媒のNO_x浄化率を高める。また、触媒床温が高いときには副噴射の燃料は燃焼行程の後半から排気行程の初期にかけての期間内に噴射され、燃焼行程を経ないためほとんど直接酸化されることなく、高沸点成分に近いHCの型でリーンNO_x触媒に供給され、触媒床温が高いに拘らずリーンNO_x触媒のNO_x浄化率を高める。このようにして、リーンNO_x触媒のNO_x浄化率は広い触媒床温範囲にわたって高くなる。

【0007】

【実施例】 図1は本発明の一実施例を採用した4気筒ガソリン機関の全体図を示す。同図において、1は機関本体、2はサージタンク、3はエアクリーナ、4はサージタンク2とエアクリーナ3とを連結する吸気管、5は各気筒内に燃料噴射する電磁式の燃料噴射弁、6は点火器、7は高圧用リザーバタンク、8は吐出圧制御可能な高圧燃料ポンプ、9は高圧燃料ポンプ8からの高圧燃料をリザーバタンク7に導くための高圧導管、10は燃料タンク、11は導管12を介して燃料タンク10から高圧燃料ポンプ8に燃料を供給する低圧燃料ポンプを夫々示す。低圧燃料ポンプ11の吐出側は、各燃料噴射弁5のピエゾ圧電素子を冷却するための圧電素子冷却用導管13に接続される。圧電素子冷却用返戻管14は燃料タンク10に連結され、この返戻管14を介して圧電素子冷却用導入管13に流れる燃料を燃料タンク10に回収する。各枝管15は、各高圧燃料噴射弁5を高圧用リザーバタンク7に接続する。

【0008】電子制御ユニット20はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス21によって相互に接続されたROM(リードオンリーメモリ)22、RAM(ランダムアクセスメモリ)24、入力ポート25および出力ポート26を具備する。高圧用リザーバタンク7に取り付けられた圧力センサ27は高圧用リザーバタンク7内の圧力を検出し、その検出信号はA/Dコンバータ28を介して入力ポート25に入力される。機関回転数NEに比例した出力パルスを発生するクランク角センサ29の出力パルスは入力ポート25に入力される。アクセルペダル(図示せず)の開度θAに応じた出力電圧を発生するアクセル開度センサ30の出力電圧はA/Dコンバータ31を介して入力ポート25に入力される。また、第1気筒および第4気筒の圧縮上死点において出力パルスを発生する気筒判別センサ32の出力パルスも入力ポート25に入力される。一方、各燃料噴射弁5は各駆動回路34および各カウンタ35を介して出力ポート26に接続される。また、各点火詮6は各駆動回路36および各カウンタ37を介して出力ポート26に接続される。また、点火栓6は各駆動回路36および各カウンタ37を介して出力ポート26に接続される。また高圧燃料ポンプ8は駆動回路38を介して出力ポート26に接続される。

【0009】図2は燃料噴射弁5の側面断面図を示す。図2を参照すると、40はノズル50内に挿入されたニードル、41は加圧ロッド、42は可動プランジャー、43はばね収容室44内に配置されかつニードル40を下方に向けて押圧する圧縮ばね、45は加圧ピストン、46はピエゾ圧電素子、47は可動プランジャー42の頂部とピストン45間に形成されかつ燃料で満たされた加圧室、48はニードル加圧室を夫々示す。ニードル加圧室48は燃料通路49および枝管15を介して高圧用リザーバタンク7(図1)に連結され、従って高圧用リザーバタンク7内の高圧燃料が枝管15および燃料通路49を介してニードル加圧室48内に供給される。ピエゾ圧電素子46に電荷がチャージされるとピエゾ圧電素子46が伸長し、それによって加圧室47内の燃料圧が高められる。その結果、可動プランジャー42が下方に押圧され、ノズル口53は、ニードル40によって閉弁状態に保持される。一方、ピエゾ圧電素子46にチャージされた電荷がディスチャージされるとピエゾ圧電素子46が収縮し、加圧室47内の燃料圧が低下する。その結果、可動プランジャー42が上昇するためにニードル40が上昇し、ノズル53から燃料が噴射される。

【0010】図3は図1に示す機関の縦断面図を示す。図3を参照すると、60はシリンダブロック、62はピストン、63はピストン62の頂面に形成された略円筒状凹部、64はピストン62頂面とシリンダヘッド61内壁面間に形成されたシリンダ室を夫々示す。点火詮6はシリンダ室64に臨んでシリンダヘッド61のほぼ中

央部に取り付けられる。図面には示さないがシリンダヘッド61内には吸気ポートおよび排気ポートが形成され、これら吸気ポートおよび排気ポートのシリンダ室64内への開口部には夫々吸気弁および排気弁が配置される。燃料噴射弁5はスワール型の燃料噴射弁であり、広がり角が大きく貫徹力の弱い噴霧状の燃料を噴射する。燃料噴射弁5は、斜め下方を指向して、シリンダ室64の頂部に配置され、点火詮6近傍に向かって燃料噴射するように配置される。また、燃料噴射弁5の燃料噴射方向および燃料噴射時期は、噴射燃料がピストン62頂部に形成された凹部63を指向するように決められる。

【0011】図1に示すように、内燃機関の排気系70には、リーンNO_x触媒71を有する触媒コンバータが配設されている。リーンNO_x触媒71は、遷移金属または貴金属を担持せしめたゼオライトからなり、酸化雰囲気中、HC存在下で、NO_xを還元する触媒として定義される。リーンNO_x触媒71は、高いNO_x浄化率を示すことができるのにある温度範囲があり、たとえば、400°C~550°Cである。この温度範囲より高いときは、HCが直接酸化されて、HCの部分酸化によって生成される活性種が少なくなるのでNO_x浄化率が低下し、前記温度範囲より低いときは触媒自体の活性が低くなるのでやはりNO_x浄化率が低下する。リーンNO_x触媒71のNO_x浄化率は、供給されるHCの種類によっても左右される。触媒床温が低温領域では比較的小さなHCがNO_x浄化に有効であり、高温領域では比較的大きいHCがNO_x浄化に有効である。

【0012】本発明では、リーンNO_x触媒71のNO_x還元に必要なHCを、特別にHC供給装置を設けないで、燃料噴射弁5からの燃料噴射を利用して生成するようしている。図4に示すように、燃料噴射に、トルク発生用の主噴射の他に、主噴射と噴射時期を異ならせて、主噴射に比べて少量の副噴射を設け、この副噴射において噴射された燃料を利用してリーンNO_x触媒71用のHCを生成、供給する。触媒床温に応じて必要とされるHCの種類が変わるので、副噴射の噴射タイミングは、触媒床温またはそれに対応して変化する排気温に応じて、変化される。すなわち、図4に示すように、排気温度が低い領域(たとえば、400°C)以下では、副噴射タイミングは吸気行程から圧縮行程の初期にかけての期間内に設定される。また、その時の噴射量は、燃焼行程で一部焼失するため、主噴射の約5%程度と多目に設定される。ここで与えられた燃料は、圧縮、燃焼、排気の行程を経て、熱分解あるいは部分酸化されて低沸点HCとなり、排気温度が低い領域であるにかかわらず、リーンNO_x触媒71で十分にNO_xを浄化できる。また、排気温度が400°Cを超えると、副噴射タイミングは燃焼期間の後半に設定され、排気温度が500°C以上に上昇するに伴いさらに遅角され、排気行程の初期

まで至る。この時の噴射量は、燃焼によって焼失する

割合がほとんどないため主噴射の2-1%となる。ここで与えられた燃料は、高沸点HCとなり、排気温度が高い領域においてリーンNO_x触媒71で有効にNO_xを浄化する。

【0013】図5は低温領域の場合の噴射を示している。吸気行程(図5(a))または圧縮行程初期に副噴射が実行され、燃料噴射弁5からピストン62の凹部63を指向して燃料が噴射される。この噴射燃料は広がり角が大きく貫徹力の弱い噴霧状の燃料であり、噴射燃料の大部分はシリンダ64内に浮遊し、残りは凹部63に衝突する。これらの噴射燃料は、吸気ポートからシリンダ室64内に流入する吸入空気流によって生じるシリンダ室64内の乱れTによってシリンダ室64内に拡散され、空燃比が十分にリーンな混合気Pが形成される(図5(b))。このリーン混合気Pの空燃比は、着火火炎が伝播するには薄すぎ、したがって燃焼行程においても一部は未燃状態でとどまり、熱分解あるいは部分酸化される。続いて、圧縮行程後期(図5(c))に主噴射が実行され、燃料噴射弁5から点火詫近傍およびピストン62の頂面の凹部63を指向して燃料が噴射される。この噴射燃料は元々点火詫6を指向しているうえ貫徹力が弱く、またシリンダ室64内の圧力が大きいため、噴射燃料は点火詫6付近の領域Kに偏在する。この領域K内の燃料分布も不均一であり、リッチな混合気層から空気層まで変化するため、この領域K内には最も燃焼し易い理論空燃比付近の可燃混合気層が存在する。従って点火詫6付近の可燃混合気層が着火されると、不均一混合気領域Kを中心に燃焼が進行する。この燃焼過程で体積膨張した燃焼ガスBの周辺から順次、混合気Pに火炎が伝播し燃焼が進行する(図5(d))。そして、排気行程で、排気バルブが開いて排気ガスをシリンダ室64から出す(図5(e))。

【0014】図6は極めて高温領域(排気温度が500°C以上)の場合の噴射を示している。吸気行程(図6(a)) - 圧縮行程初期(図6(b))には、主噴射も副噴射も行われない。圧縮行程後期(図6(c))に主噴射が実行され、燃焼、膨張行程(図6(d))を経て、排気行程初期(図6(e))に副噴射が実行される。主噴射の燃料の燃焼を終えてから噴射される副噴射の燃料は、排気温度が高いため蒸発、霧化されるものの、熱分解、部分酸化はほとんどされずに排出され、高沸点HC成分がリーンNO_x触媒71に供給される。この高沸点HC成分は、排気温度が高いにかかわらず直接酸化が抑制され、リーンNO_x触媒71内で部分酸化して適度の大きさのHCになり、リーンNO_x触媒71のNO_x浄化率を向上する。

【0015】上記のように、主噴射、副噴射は、噴射タイミングを制御されなければならない。図7は、この燃料噴射制御のタイミングを示している。図7において、機関制御値計算の黒丸で示す夫々の時点において、複数

の機関制御値、例えば副噴射制御値(副噴射時間等)、および点火制御値(点火時期等)が機関運転状態およびアクセル開度に基づいて計算される。図中黒丸は5m/s毎であるため複数の機関制御値は5m/s毎に継続的に順次計算される。

【0016】図8には本発明の実施例の燃料噴射および点火を実行するためのルーチンを示す。このルーチンは一定クランク角毎、例えばクランク角30度毎の割込みによって実行される。図8を参照して、まずステップ10において角度判別カウンタCNEのカウントが実行される。CNEは0から5までクランク角30度毎に1ずつ増加され、CNEが5になった後CNEは0にされ再びクランク角30度毎に1ずつ増加される(図7参照)。次いでステップ102において気筒判別カウンタCCYLのカウントが実行される。CCYLは0から3までクランク角180度毎に1ずつ増加され、CCYLが3になった後CCYLは0にされ再びクランク角180度毎に1ずつ増加される(図7参照)。図7に示されるように、CCYLが変化する時点は各気筒の圧縮上死点を示しており、例えばCCYLが3に増加される時点は第4気筒の圧縮上死点を示しており、CCYLが3から0にクリアされる時点は第2気筒の圧縮上死点を示しており、さらに、CCYLが1に増加される時点は第1気筒の圧縮上死点を示している。またCNEが5から0にクリアされる時点はCCYLが変化する時点と一致しており、各気筒の圧縮上死点を示している。

【0017】図8を参照すると、ステップ104では、CNEおよびCCYLに基づいて副噴射を実行すべき気筒n_sが計算される。気筒n_sは吸気行程から圧縮行程初期にある気筒であり、吸気行程にある場合を例にとると、ピストンが吸気上死点に位置する時点から吸気下死点に至る時点までの間にある気筒である。次いでステップ106では、CNEが、後述する噴射開始時間t_sおよび副噴射期間τ_sをカウンタ35(図1参照)にセットすべき値CNE_sになったか否か判定される。CNE=CNE_sになったとき、ステップ108に進みCNE_sから副噴射開始時期までの噴射開始時間t_sおよび副噴射期間τ_sがカウンタ35(図1参照)にセットされる。カウンタ35に噴射開始時間t_sがセットされたらカウンタ35はカウントを開始して噴射開始時間が経過すると副噴射を実行する。このとき燃料噴射期間τ_sのカウントが開始され副噴射期間τ_sが経過すると副噴射が停止される。例えば、図7を参照して、第1気筒についてみると、機関回転数および機関負荷(アクセル開度)から計算されたCNE_sが0の場合、T₁時点で噴射開始時間t_sおよび副噴射期間τ_sがカウンタ35にセットされる。T₁時点から噴射開始期間τ_sが経過したT₂時点で副噴射が開始され、T₂時点から副噴射期間τ_sが経過したT₃時点で副噴射が停止せしめられる。なおτ_s=0のとき副噴射は実行されない。ステップ

7
ブ106において否定判定された場合ステップ108がスキップされ副噴射は実行されない。

【0018】次いで、ステップ110で、主噴射および点火を実行すべき気筒nがCNEおよびCCYLに基づいて計算される。気筒nは圧縮行程にある気筒であり、ピストンが吸気下死点から圧縮上死点までの間にある気筒である。次いでステップ112では、CNEが、噴射開始時間tmおよび主噴射期間τmをカウンタ35(図1参照)にセットすべき値CNEmになったか否か判定される。CNE=CNEmになったとき、ステップ114に進み噴射開始時間tmおよび主噴射期間τmがカウンタ35にセットされる。カウンタ35にtmがセットされるとカウタ35はカウントを開始してtmが経過すると主噴射が実行開始される。このときtmのカウントが開始されτmが経過すると主噴射が停止される。例えば、図7を参照して、第1気筒についてみると、計算されたCNEmが3の場合、T₁時点でtmおよびτmがカウンタ35にセットされる。T₁時点からtmが経過したT₂時点まで主噴射が開始され、T₃時点からτmが経過したT₄時点まで主噴射はが停止される。なお、τm=0のとき主噴射は実行されない。図8のステップ112において否定判定された場合ステップ114がスキップされ主噴射は実行されない。

【0019】次いでステップ116では、CNEが、点火制御値をカウンタ37(図1参照)にセットすべき値CNEiになったか否か判定される。CNE=CNEiになったとき、ステップ118に進みCNEiからイグナイト1次側コイルに通電開始されるまでの通電開始時間tb1および通電期間tiがカウンタ37(図1参照)にセットされる。カウンタ37にtb1がセットされるとカウンタ37はカウントを開始し、tb1が経過するとイグナイト1次側コイルに通電が開始される。このときカウンタtiのカウントが開始され、tiが経過すると点火が実行される。例えば、図7を参照して、第1気筒についてみると、計算されたCNEiが3の場合、T₁時点でtb1およびtiがカウンタ37にセットされる。T₁時点からtb1が経過したT₂時点でイグナイト1次側コイルに通電開始され、T₂時点からtiが経過したT₃時点で点火が実行される。点火の後リターンする。一方、ステップ116で否定判定されるとステップ118がスキップされ点火が実行されない。

【0020】図9は、本発明実施例の燃料噴射、点火制御のメインルーチンを示している。まず、ステップ130において、機関回転数NE(クランク角センサ29の出力より演算して求める)、アクセル開度θA(アクセル開度センサ30の出力)に基づき、主噴射量Qmを演算する。次いで、ステップ132において、NE、Qmに基づいて、主噴射開始時間tm、主噴射期間τm、およびtm、τmをカウンタ35(図1)にセットすべき角度判別カウンタのカウント値CNEmを算出する。こ

こまでは従来の演算と同じである。次いで、ステップ134において、図10のNE-Qmマップより排気温度THEを算出する。次いで、主噴射量Qmと排気温度THEに基づいて、図11のTHE-副噴射量/主噴射量マップより、副噴射量Qsを算出する。ここで、図11に示すように、排気温度が400°Cを超えると、副噴射量Qsは主噴射量Qmの5%とし、400°C以下では、副噴射量Qsは主噴射量Qmの2%として排気温が高くなるにつれて割合を徐々に下げ、700°C近辺で10主噴射量Qmの1%とする。次いで、ステップ138にて、NE、Qs、THEに基づき、図12のTHE-副噴射噴射時期マップを用い、副噴射開始クランク角CNEs、副噴射開始時間ts、副噴射期間τsを算出する。次いで、ステップ140に進み、NE、Qmより通電開始時間tb1、通電時間ti、およびtb1、tiをカウンタ37(図1参照)にセットすべき角度判別カウンタのカウント値CNEiを算出する。これらのメインルーチンの演算は、図7の機関制御タイミングにおいて黒丸として示されるように、同一時点の機関運転状態に基づいて、たとえば5ms毎に順次計算される。

【0021】上記のように構成された燃料噴射制御装置においては、機関運転状態、触媒床温を検出する手段には、クランク角センサ29、アクセル開度センサ30、気筒判別センサ32が含まれる。触媒床温は、排気温から間接的に求められ、排気温はアクセル開度と回転数から求まる噴射量と、回転数とからマップ10を利用して演算される。また、主噴射のタイミングを設定するための第1の噴射タイミング設定手段には、ROM22に記憶されCPU24に読み出されて演算が実行される図9の30メインルーチンのステップ130、132が含まれる。また、副噴射のタイミングを設定する第2の噴射タイミング設定手段には、図9のメインルーチンのステップ134、136、138、およびROM22に記憶されCPU24に読み出されて演算に用いられる図10(排気温度を求めるために利用)、図11(副噴射の噴射量を求めるために利用)、図12(副噴射の噴射タイミングを求めるために利用)のマップが含まれる。さらに、主噴射を実行する燃料噴射実行手段には、図8のステップ110、112、114が含まれ、副噴射を実行する燃料40噴射実行手段には、図8のステップ104、106、108が含まれる。

【0022】なお、上記の説明において、主噴射が圧縮行程後期において一度に全量噴射される場合を例にとったが、主噴射自体も、圧縮行程後期と、吸気行程から圧縮行程初期にかけての期間とに、分割噴射するようにしてもよい。

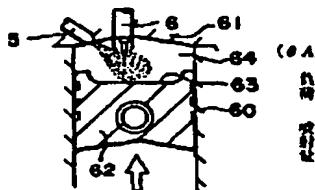
【0023】つぎに、作用を説明する。排気温(触媒床温に相関)が400°C以下のときは、図4および図5に示すように、副噴射が吸気行程から圧縮行程初期の期間内に実行されるので、筒内噴射された副噴射の燃料は

十分に拡散されてリーンになる。このためその後の主噴射、主噴射燃料への着火、燃焼、膨張行程においても、火炎が伝播して副噴射燃料が全量完全酸化するということはなく、副噴射の燃料の一部は熱分解あるいは部分酸化されて、小さなHC成分となって排出され、リーンNO_x触媒71に到達する。リーンNO_x触媒71も高温になっていないから、小さな成分のHCは完全酸化を促進されることなく、活性種の状態でNO_xと反応してNO_xを還元し、浄化する。この場合、もしも大きいHCが供給されると、活性種の生成が少なく有効でない。排気温が400°Cを越えると、図4および図6に示すように、副噴射が、燃焼期間の後半から排気行程にかけての期間内に実行されるので、副噴射された燃料は燃焼行程を経ることなく、そのまま排出される。したがって、ほとんど燃料の状態の大きいHCとなってリーンNO_x触媒71に供給される。しかし、リーンNO_x触媒71は高温となっているから、HCがリーンNO_x触媒71中を通っている間に、大きなHCは熱分解、部分酸化されて適度の大きさのHCとなり、リーンNO_x触媒71内部に多量の活性種を生成し、NO_x浄化率を向上する。この場合、もしも小さなHCが供給されると、ほとんど全量直接酸化されて有効でない。このようにして、主噴射とは別に副噴射を実行され、副噴射の噴射タイミングを制御することによって、リーンNO_x触媒71に供給されるHCの質、量が制御され、広範な温度領域にわたって最適な、リーンNO_x触媒のNO_x浄化率制御が行われる。

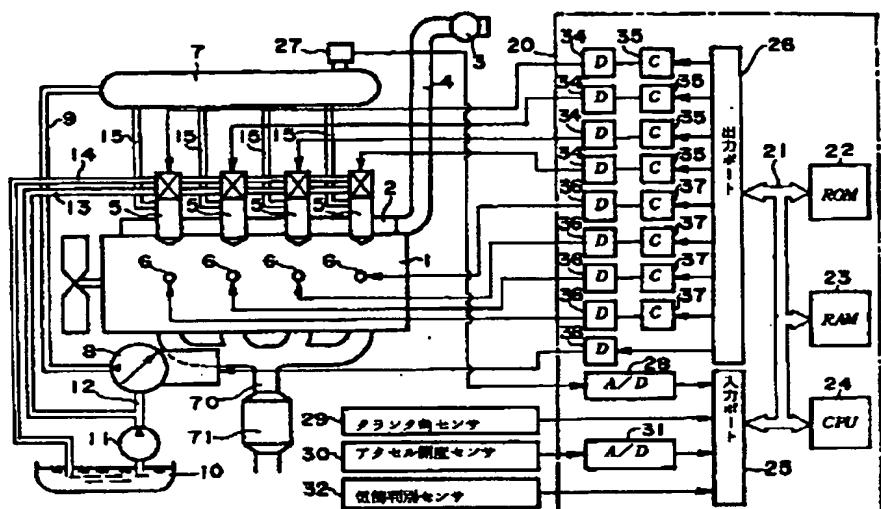
【0024】

【発明の効果】本発明によれば、主噴射の他に副噴射を設け、副噴射の噴射タイミングを、低温域では吸気行程から圧縮行程初期にかけての期間内に設定し、高温域では燃焼期間の後半から排気行程初期にかけての期間内に設定したので、特別なHC供給装置を設けないで、広い温度範囲にわたって最適な質のHCをリーンNO_x触媒に供給でき、リーンNO_x触媒のNO_x浄化率を高めることができる。

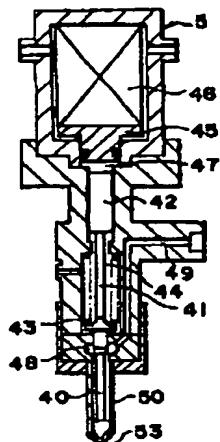
【図3】



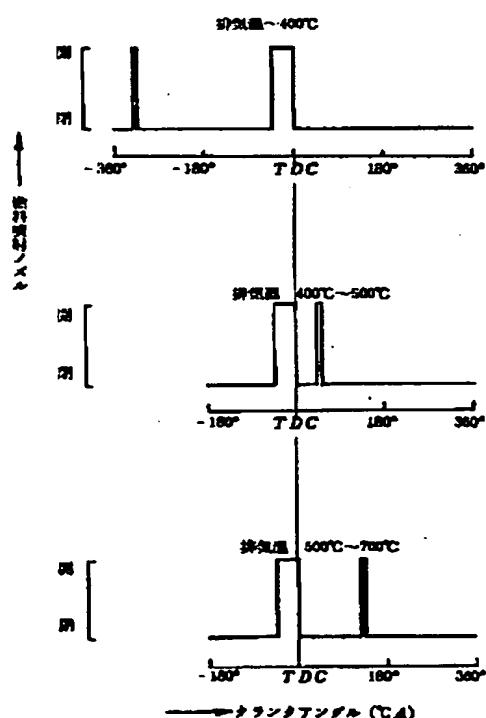
【図1】



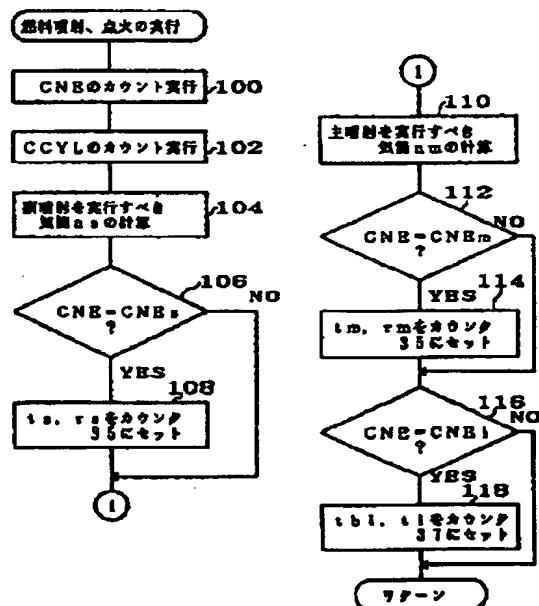
【図2】



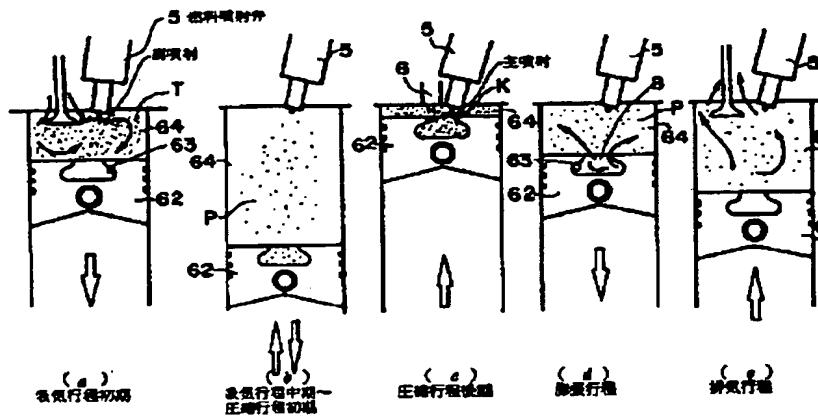
【図4】



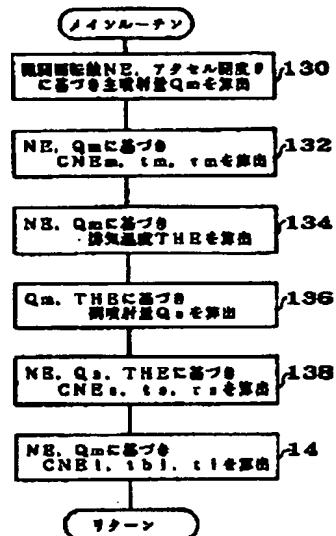
【図8】



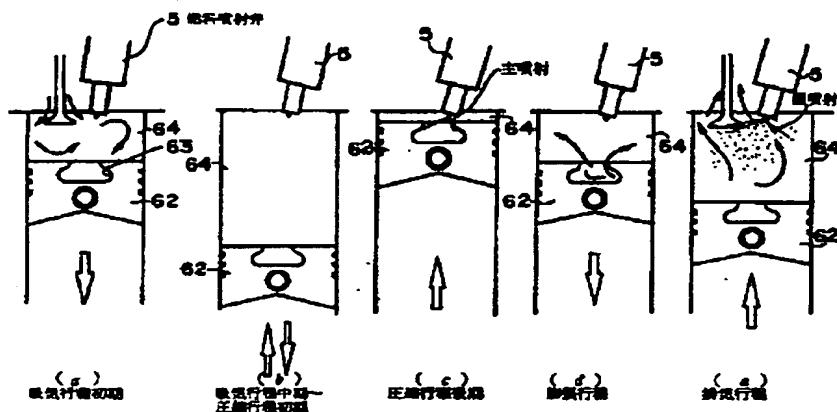
【図5】



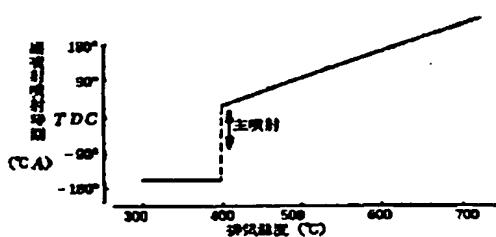
【図9】



【図6】



【図12】



【図7】

